

10/486189

09.27.02

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2003年3月20日 (20.03.2003)

PCT

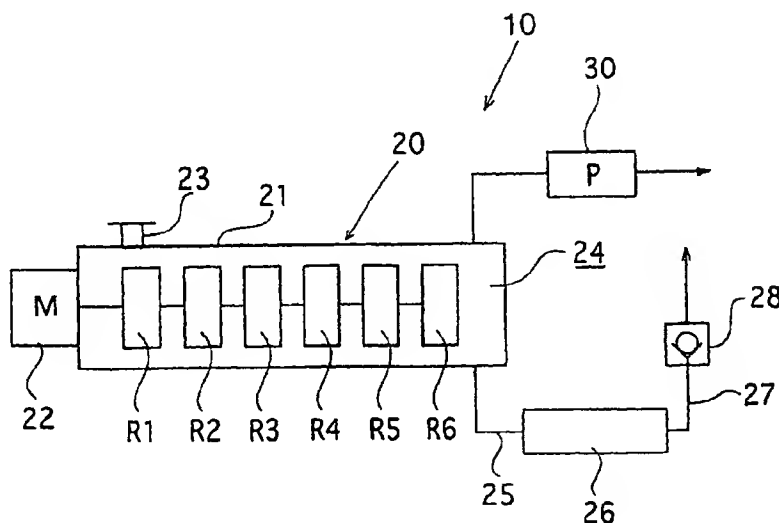
(10) 国際公開番号  
WO 03/023229 A1

- (51) 国際特許分類: F04C 23/00, 29/00, 25/00 (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社アルバック (ULVAC, INC.) [JP/JP]; 〒253-8543 神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地 Kanagawa (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP02/09048
- (22) 国際出願日: 2002年9月5日 (05.09.2002) (72) 発明者; および
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 柴山 浩司 (SHIBAYAMA, Kouji) [JP/JP]; 〒253-8543 神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地 株式会社アルバック内 Kanagawa (JP). 山下 祐一 (YAMASHITA, Yu-ichi) [JP/JP]; 〒253-8543 神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地 株式会社アルバック内 Kanagawa (JP). 矢作 充 (YAHAGI, Mitsuru) [JP/JP]; 〒253-8543 神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地 株式会社アルバック内 Kanagawa (JP). 田島 孝彦 (TASHIMA, Takahiko) [JP/JP]; 〒253-8543 神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地 株式会社アルバック内 Kanagawa (JP). 相川 純一 (AIKAWA, Junichi) [JP/JP]; 〒253-8543 神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地 株式会社アルバック内 Kanagawa (JP). 田中 智成
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
- |               |                          |    |
|---------------|--------------------------|----|
| 特願2001-269742 | 2001年9月6日 (06.09.2001)   | JP |
| 特願2001-327229 |                          |    |
|               | 2001年10月25日 (25.10.2001) | JP |
| 特願2001-328674 |                          |    |
|               | 2001年10月26日 (26.10.2001) | JP |
| 特願2001-332632 |                          |    |
|               | 2001年10月30日 (30.10.2001) | JP |
| 特願2001-333772 |                          |    |
|               | 2001年10月31日 (31.10.2001) | JP |

[続葉有]

(54) Title: VACUUM PUMPING SYSTEM AND METHOD OF OPERATING VACUUM PUMPING SYSTEM

(54) 発明の名称: 真空排気装置および真空排気装置の運転方法



(57) Abstract: Pairs of rotors ( $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_5$  and  $R_6$ ) driven rotationally by a motor (22) are disposed in the body (21) of a main pump (20) comprising a multistage Roots dry vacuum pump. A suction opening (23) communicating with the rotor chamber of the rotor  $R_1$  is provided in the upper wall part at the left end of the body (21), a delivery section (24) communicating with the delivery side of the rotor chamber of the rotor  $R_6$ .

[続葉有]

WO 03/023229 A1



(TANAKA, Tomonari) [JP/JP]; 〒253-8543 神奈川県茅ヶ崎市 萩園 2500 番地 株式会社アルバック内 Kanagawa (JP). 菅家 幸雄 (KANKE, Yukio) [JP/JP]; 〒253-8543 神奈川県茅ヶ崎市 萩園 2500 番地 株式会社アルバック内 Kanagawa (JP). 深浦 裕治 (FUKAURA, Yuuji) [JP/JP]; 〒253-8543 神奈川県茅ヶ崎市 萩園 2500 番地 株式会社アルバック内 Kanagawa (JP).

添付公開書類:  
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(74) 代理人: 飯阪 泰雄 (HISAKA, Yasuo); 〒231-0007 神奈川県横浜市 中区弁天通 6 丁目 8 5 番 宇徳ビル Kanagawa (JP).

(81) 指定国 (国内): CN, KR, SG, US.

on the final stage is coupled to an exhaust pipe (25) provided with a silencer (26) and further coupled to a check valve (28) through a pipe (27). The check valve (28) has its forward direction toward the atmospheric side. The delivery section (24) or a delivery section (24') at the intermediate stage is coupled to an auxiliary pump (30) having an exhaust capacity smaller than that of the main pump (20). When the motor (22) is driven, gas exhausted through rotation of the rotors ( $R_1$ - $R_6$ ) is carried sequentially to the downstream side from the rotor chambers and a vacuum processing chamber coupled to the suction opening (23) is exhausted. The delivery section (24) on the final stage is exhausted by driving the auxiliary pump (30), and the pressure is reduced. Consequently, the burden of the exhaust action on the rotor ( $R_6$ ) on the final stage or the rotor ( $R_5$ ) on the intermediate stage is lightened, and the power consumption of the motor (22) can be reduced significantly as compared with the prior art.

(57) 要約:

多段ルーツ型ドライ真空ポンプからなる主ポンプ (20) の本体 (21) 内には、モータ (22) により回転駆動される一対のロータ  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ 、 $R_5$  及び  $R_6$  がそれぞれ設けられている。また、本体 (21) の左端上壁部にはロータ  $R_1$  のロータ室に連なる吸入口 (23) が設けられており、最後段のロータ  $R_6$  のロータ室の吐出側に連なる吐出部 (24) にはサイレンサ (26) を備えた排気配管 (25) が接続され、さらに配管 (27) を介して逆止弁 (28) に接続されている。この逆止弁 (28) は大気側への方向を順方向としている。そしてまた、吐出部 (24) または中間段の吐出部 (24') には主ポンプ (20) よりも排気容量の小さい補助ポンプ 30 が接続されている。モータ (22) を駆動すると、各ロータ  $R_1$  乃至  $R_6$  の回転により排気されるガスがそれぞれのロータ室から順次下流側へと移送され、吸入口 (23) に接続した真空処理室が排気される。最後段の吐出部 (24) は補助ポンプ (30) の駆動により減圧に排気される。よって、最後段のロータ  $R_6$  または中間段のロータ  $R_5$  による排気作用の負担は軽減される。すなわち、モータ (22) の消費電力は従来より大幅に小さとすることができる。

## 明 細 書

## 真空排気装置および真空排気装置の運転方法

## 5 技術分野

本発明は、例えば半導体製造装置用の真空排気装置に関し、特に消費電力の低減を図った省エネルギー型の真空排気装置および該真空排気装置の運転方法に関する。

## 10 背景技術

初期の半導体製造装置用の真空ポンプとして、油回転真空ポンプが多く使用されていた。このポンプは一般的に消費電力が小さく、低い到達圧力が容易に得られる構造の真空ポンプであるが、半導体製造装置に使用される場合には以下の点に留意する必要がある。

- 15     ①半導体製造装置で使用されるガスには反応性の強いガスが多く、このようなガスを排気すると真空ポンプ油との反応により反応生成物が発生し、これによってポンプが回転不能になったり、ポンプ油が劣化して潤滑不良を起こしたりする不都合がある。

          ②真空ポンプ油の蒸気が真空処理室内に拡散し、汚染を生じさせる。

- 20     ③使用済みの真空ポンプ油にはヒ素化合物、リン化合物等の毒性物質が含まれることが多々あり、産業廃棄物としての処理に多額の処理費用がかかる一方、管理上の工数もかかる。

これらの理由から、近年では油回転真空ポンプに代わって、真空ポンプ油を使用しないドライ真空ポンプが用いられている。ここでいうドライ真空ポンプとは、

- 25     大気圧からの真空排気が可能であり、吸入室にシール油（真空ポンプ油）を有し

ない機械的真空ポンプであって、容積移動型のルーツ型、クロー型、スクリー型が多く使用されている。これらのポンプはいずれも2軸構造で、一对のロータは互いに僅かの隙間を保って反対方向に回転することで真空排気を行うもので、接触部分をもたないことから寿命が長く、半導体製造装置から吸入するガス中に含まれる固形成分も排気でき、腐食性ガスに対しても耐食性を容易にもたせることができる。

このように半導体製造装置で使用する真空ポンプは、真空ポンプ油を使用しないドライ真空ポンプに置き換わったが、ドライ真空ポンプは油回転真空ポンプに比べて消費電力が大きいという問題を有している。特に、環境上の問題からエネルギー消費を抑える必要が生じたことと半導体製造のコストダウンが要求されることから、ドライ真空ポンプの消費電力を50%以下に抑制したいとの要望が生じている。

例えば、ルーツ型ドライ真空ポンプは、回転軸に沿って複数のロータを備えた回転体を相隣接して設け、相対向したロータが互いに僅かの隙間を保って逆方向に回転してガスの吸入、排気を行うもので、3段から6段のポンプ室から構成され、各段のポンプ室で順次ポンプ作用を行うものである。このポンプでは、排気するガスが前段部から後段部へと移動するのに伴ってガス圧が上昇することから、排気容量は、後段部は前段部より小さくても良い。同一の軸上に多段のルーツ型ロータを設ける場合、それぞれのロータは、加工のし易さ及びロータ間の同期の取り易さから同一の外形形状とされているのが現状である。そのため、ガスの吸入側から吐出側に向かって排気容量を段階的に小さくするためには、ロータの厚みを段階的に薄くすることで対応している。

ここで、ルーツ型ドライ真空ポンプでの排気するガスの圧縮は、ロータ表面の凹み部とケーシングにより構成される空間に排気するガスが一旦閉じ込められ、ロータが回転することでこの空間が吐出側空間とつながり、その瞬間に吐出側の

ガスが上記空間内に逆流することで行われる。ルーツ型ドライ真空ポンプでは1  
～10 Pa程度の到達圧力が得られ、到達圧力から3 kPa付近までが常用圧力  
となる。吐出口圧力は大気圧で一定である。したがって、吸入口側を真空に保つ  
ためには、圧縮行程でロータ室に逆流したガスを押し戻してやる必要があり、大  
5 気圧からの逆流を受け止める最終段では、ガスを押し戻すためにポンプ全体の所  
要動力の約70%から80%程度が使われる。

上述の多段ルーツ型ドライ真空ポンプにおいて、最終段の仕事は、押し戻すガ  
ス量が小さければ少なくなる。そのため、上述したようにロータ厚みを薄くして  
ポンプ後段部の排気容量を小さくしている。このように、最終段の排気容量を小  
10 さく設定することによりポンプの常用圧力範囲での所要動力を抑え、省エネルギ  
ー化に役立っているのが現状である。

クロー型ドライ真空ポンプは、ルーツ型とはロータ形状が異なるだけで排気原  
理は全く同じである。他方、スクリー型ドライ真空ポンプは、2本のネジのネ  
ジ溝により構成される空間を軸方向に沿って移動させガスを輸送するもので、吐  
15 出部のガスがネジ溝により構成される空間に流れ込み、圧縮が行われるのはルー  
ツ型と同様である。ネジ溝は連続していることから、ルーツ型、クロー型のよう  
に任意に後段に向かって排気容量を小さくするためにはネジ溝のピッチを連続し  
て小さくする構造がとられている。しかし、ネジ溝のピッチを変えるには限界が  
あることから、ピッチが異なるロータをブロック状に組み合わせて最終段の排気  
20 容量を小さくするなどの工夫が行われている。

これにつきさらに説明すれば、図18に示すように各ロータが同じ大きさであ  
れば、図21で示すように吸入圧力に対する排気速度はaのように変化するが、  
図19で示すように前段の2つは同じ大きさとし、中段はこれより小さく、後段  
の2つのロータはさらに小さくすれば、吸入圧力と排気速度との関係はbのよう  
25 に変化する。また図20で示すように、最終段のロータをさらに小さくすれば、

図 2 1 において c で示すように排気速度は変化する。図 2 2 はこれら図 1 8、1  
9 及び図 2 0 の場合の吸入圧力に対する消費電力を示しているが、c'、b'、  
a' で示すように、半導体製造装置用としての常用圧力の  $10^2 \text{ Pa}$  以下では、  
消費電力は図 2 0 の場合が最も小さく、次いで図 1 9 が続き、図 1 8 が最も大き  
5 い。

最終段の排気容量の設定は、そのポンプの用途により異なる。例えば多段ルー  
ツ型ドライ真空ポンプにおいて、1 段目に対して最終段の排気容量を 5 0 % 程度  
に設定したものは、常用圧力範囲において圧縮熱を多く発生する。つまり、半導  
体製造装置の減圧 CVD 装置やエッチング装置では、反応の過程で発生するガス  
10 中に真空排気装置内で飽和蒸気圧を超える濃度となると固体として析出するもの  
が含まれているが、これらのガスを排気するためにはドライ真空ポンプの温度を  
1 0 0 ~ 1 6 0 °C 程度の高温にして析出を防止する必要がある。この目的から圧  
縮熱により効率よくドライ真空ポンプを加熱できる 5 0 % 程度の排気速度比が採  
用される。

15 また、スパッタリング装置や蒸着装置などでは、排気されるガスはアルゴンや  
ヘリウムなどの不活性ガスが主体であり、ドライ真空ポンプの温度を高める必要  
がないことから極力、消費電力の小さいドライ真空ポンプが要求される。この場  
合には、最終段の排気容量を 1 段目に対して 2 0 ~ 2 5 % 程度に設定する。この  
設定では、最終段の排気容量が 1 段目の排気容量の 5 0 % 程度であるドライ真空  
20 ポンプに対して、到達圧力時の消費電力を 3 0 ~ 6 0 % 低減させることができる。

ところで、高温にする必要のない用途のドライ真空ポンプにおいては、最終段  
の排気容量を 1 段目の排気容量に対して 2 0 % 以下にすることで、さらに省エネ  
ルギー化を図ることが可能となるが、機械的な面で障害が生じる。例えば最終段  
の排気容量を 1 段目に対して 2 5 % 程度とした場合、最大排気速度が  $80 \text{ m}^3 /$   
25  $\text{Hr}$  クラスのドライ真空ポンプでは、1 段目のロータ厚みは 3 0 mm 程度とする

場合が多いが、この場合は、最終段のロータ厚みは7.5 mmとなり、ロータ自体の強度が小さくなることから加工時にロータ側面と軸心との直角度が出しにくく、ロータ側面と隔壁間の隙間を0.1 mmから0.2 mmに保つことが困難であるという問題が生じる。

- 5 一方、特開平6-129384号公報には、大きな排気量が得られる第1の真空ポンプと排気量は小さいが十分に低い圧力が得られる第2の真空ポンプとを連結することでトータルの消費電力を低減するようにした真空排気装置が開示されており、特に図23に示すように、前記第1のポンプ3と第2のポンプ4との連結部分の中間部に形成された第1の排気孔5と、第2のポンプ4の排気側に形成
- 10 された第2の排気孔6を排気管7で連結し、その途中にこの排気管7を開閉する制御バルブ8を設け、該制御バルブ8を前記第1のポンプ3の吸気側の圧力によって開閉することで、さらにトータルの消費電力を低減するようにした真空排気装置2が開示されている。なお図23において、第1の真空ポンプ3は直動式の真空ポンプを用いてモデル化されており、9は排気されるガス中に含まれる反応
- 15 ガスを処理するための吸着塔である。

この真空排気装置2の起動は次のようにして行われる。図23は排気開始の直後の状態を示し、制御バルブ8は開いている。すなわち、第1のポンプ3と第2のポンプ4が起動され、第1のポンプ3の吸入圧が大気圧と同じオーダーにあって排気ガス量が大であり、同時に駆動される第2のポンプ4によっても第1のポンプ3の吐出部が大気圧以下にならない間は、制御バルブ8が開いていて、密度

20 の十分に高いガスが第1のポンプ3と第2のポンプ4とによって排気される。

その後、第1のポンプ3の吐出側が第2のポンプ4によって大気圧以下の所定の圧力に排気されると制御バルブ8が閉じ、第2のポンプ4の排気側に形成された第2の排気孔6だけがポンプ外部の排気側と連結することになる。このとき第

25 1のポンプ3の吐出側は、第2のポンプ4によって十分に低い圧力に維持される

ため、第1のポンプ3への逆流ガスが大幅に減少し、逆流ガスの押し戻しに必要なとされる動力を確実に低減することが可能となり、第1のポンプ3の消費電力の省エネルギー化を図ることが可能となる。

しかしながら、この真空排気装置2によれば確かに第1のポンプ3の消費電力を低減することは可能となるが、第2のポンプ4を含めた真空排気系全体から見た場合に必ずしも常に効率の良い省エネルギー化を図ることができるとは限らない。

ところで、従来、半導体装置を製造する真空処理室に接続される真空排気装置は図24に示すような配管図をしている。図24において、真空排気装置10は、真空処理室1と排気速度1000L/minのドライ真空ポンプ20とをつなぐ排気管12に口径の大きい主バルブ13を配し、主バルブ13と並列に口径の小さいバイパスバルブ14を取り付け、真空処理室1の圧力を計測するための圧力計19を排気管12に取り付けたものである。

一般に半導体製造装置では、真空処理室1内に存在する微粒子が舞い上がって真空処理室1内に置かれている半導体ウエハ等に付着し不良品が生ずることがあるので、真空処理室1を大気圧から真空排気する場合には、主バルブ13、バイパスバルブ14を閉じた状態でドライ真空ポンプ20を起動し、バイパスバルブ14を開くことによってスロー排気して、真空処理室1が所定の圧力に達したことを確認するか、または所定の排気時間が経過したことを確認した後、主バルブ13を開く起動方法が採用されている。

このバルブ操作によるスロー排気、すなわち主バルブ13に設けたバイパスバルブ14によってスロー排気を行う場合には、バイパスバルブ14の設置のほか、真空処理室1の圧力に応じて主バルブ13を開とする制御装置を必要とする。

そのほかのスロー排気を行う方法として、主バルブ13、バイパスバルブ14に換えて、弁体の開度の制御が可能なバタフライ弁を設け、排気の初期には開度



を小とし、真空処理室 1 の圧力の低下に応じて開度を大とする方法もあるが、この場合もバタフライ弁自体および弁体の開度制御装置が高額でありコストを上昇させる。

- また、図 2 3 に示す特開平 6 - 1 2 9 3 8 4 号公報の真空排気装置 2 において、
- 5 排気開始時に第 1 のポンプ 3 と第 2 のポンプ 4 とによって排気する起動方法も、真空処理室 1 内に微粒子が存在する場合には、微粒子が舞い上がって半導体ウエハ等の汚染を招き易い。

本発明の目的は、汎用のドライ真空ポンプに簡単な構成を付加するだけで大きな省エネルギー効果が得られる真空排気装置を提供することにある。

- 10 さらに本発明の目的は、前記真空排気装置の運転方法に関し、スロー排気のための機器装置を設けずにスロー排気を行うことのできる運転方法を提供することにある。

#### 発明の開示

- 15 本発明の真空排気装置およびその運転方法は、上記目的を達成するために、次のように構成される。

- 本発明の真空排気装置は、主ポンプの中間段又は最後段のポンプ室の吐出側に補助ポンプの吸入側が接続されている。この補助ポンプは主ポンプよりも排気量の小さいポンプであることが好ましく、また主ポンプの後段部の少なくとも一つ
- 20 のポンプ室は前段部より小さい方が好ましい。主ポンプの最後段のポンプ室の吐出側には吐出用配管が接続され、この吐出用配管には大気側へのガスの流れのみを許容する逆止弁が接続されていて、好ましくは、補助ポンプと逆止弁とが並列に接続されている。この逆止弁は、複数個を直列に接続しても良く、好ましくは、弁胴内で浮動し得る球形弁体を有するもので、この球形弁体が主ポンプの排気ガ
- 25 スの圧力が所定の値以上になると浮上して弁を開とし、その圧力以下では自重に

よって下方の弁座に着座して弁を閉とするものである。また、その球形弁体は中空の金属球からなり、表面がゴム類で被覆されていることが好ましい。さらに、2つの逆止弁を直列に接続する場合、2つの逆止弁が接続される空間を補助ポンプの吸入側に接続することが好ましい。

- 5      また、本発明の真空排気装置は、主ポンプと、この主ポンプの吐出側に接続され主ポンプから大気側へのガスの流れのみを許容する逆止弁と、主ポンプの吐出側に逆止弁に対して並列的に配置され主ポンプよりも排気容量の小さい補助ポンプとを備えるものであって、補助ポンプが、主ポンプの吸入圧力が400Paにおける主ポンプの排気速度の3%以下の排気速度で運転されるポンプであることが好ましい。この場合、主ポンプが容積移動型のドライ真空ポンプ、またはこの
- 10      ドライ真空ポンプを複数段直列的に接続した複合型ポンプであることが好ましい。さらに、主ポンプを並列的に複数台配置し、補助ポンプの吸入側が各主ポンプの吐出側に接続されるようにしてもよい。また、補助ポンプは到達圧力が20kPa以下であり、回転翼型（ゲーデ型）、ピストン型、ダイヤフラム型（メンブラン
- 15      型）またはスクロール型の真空ポンプであることが好ましい。

- さらにまた、本発明の運転方法は、真空処理室に接続された主ポンプと、この主ポンプの吐出側に接続され主ポンプから大気側へのガスの流れのみを許容する逆止弁と、主ポンプの吐出側に逆止弁に対して並列的に配置され主ポンプよりも排気容量の小さい補助ポンプとを備えた真空排気装置によって真空処理室を大気圧
- 20      またはその近傍から排気するに際し、補助ポンプを最初に起動し、真空処理室が所定の圧力に達した後に主ポンプを起動することで、スロー排気のための機器装置を設けずにスロー排気が行える。またこの運転方法は、補助ポンプを最初に起動し、真空処理室が所定の圧力に達する前に主ポンプを排気量の小さい低速回転で起動し、真空処理室の圧力に応じて回転数を漸次増大させるようにしてもよい。

### 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の実施の形態における真空排気装置を示す図であり、主ポンプとして多段ルーツ型ドライ真空ポンプを用いた場合の模式図である。

図 2 は、本発明の実施の形態における真空排気装置の変形例を示す図であり、  
5 主ポンプとして多段ルーツ型ドライ真空ポンプを用いた場合の模式図である。

図 3 は、本発明の実施の形態における真空排気装置の変形例を示す図であり、主ポンプとして多段ルーツ型ドライ真空ポンプを用いた場合の模式図である。

図 4 は、本発明の実施の形態における真空排気装置の変形例を示す図であり、主ポンプとして多段ルーツ型ドライ真空ポンプを用いた場合の模式図である。

10 図 5 は、本発明の実施の形態における真空排気装置の変形例を示す図であり、主ポンプとして多段ルーツ型ドライ真空ポンプを用いた場合の模式図である。

図 6 は、本発明の真空排気装置で使用される逆止弁の一例を示す断面図である。

図 7 は、本発明の実施の形態における真空排気装置の変形例を示す概略配管構成図である。

15 図 8 は、本発明の図 7 に示す真空排気装置で使用される逆止弁の一例を示す断面図である。

図 9 は、本発明の実施の形態における真空排気装置の変形例を示す概略配管構成図である。

図 10 は、本発明の図 9 に示す真空排気装置で使用される逆止弁の一例を示す  
20 断面図である。

図 11 は、本発明の実施の形態における真空排気装置を示す概略配管構成図である。

図 12 は、本発明の実施の形態における真空排気装置の作用を説明する図であり、主ポンプの吸入圧力と装置全体の消費電力との関係を示す。

25 図 13 は、本発明の実施の形態における真空排気装置の作用を説明する図であ

り、主ポンプに対する補助ポンプの排気速度比と消費電力比との関係を示す。

図 1 4 は、代表的な補助ポンプの排気速度と消費電力との関係を示す図である。

図 1 5 は、本発明の実施の形態における真空排気装置の消費電力特性を示す図である。

- 5 図 1 6 は、本発明の実施の形態における真空排気装置の吸入圧力と排気速度との関係を示す図である。

図 1 7 は、本発明の実施の形態における真空排気装置の変形例を示す概略配管構成図である。

- 10 図 1 8 は、多段ルーツ型ドライ真空ポンプを示す模式図であり、多段のロータの大きさが等しい場合を示す。

図 1 9 は、多段ルーツ型ドライ真空ポンプを示す模式図であり、前段、中段、後段とでロータの大きさを変えた場合を示す。

図 2 0 は、多段ルーツ型ドライ真空ポンプを示す模式図であり、図 1 9 に比べ、後段の 2 つのロータをさらに小さくした場合を示す。

- 15 図 2 1 は、図 1 8、図 1 9 及び図 2 0 のロータを用いた場合の多段ルーツ型ドライ真空ポンプの吸入圧力と排気速度との関係を示す図である。

図 2 2 は、図 1 8、図 1 9 及び図 2 0 のロータを用いた場合の多段ルーツ型ドライ真空ポンプの吸入圧力と消費電力との関係を示す図である。

図 2 3 は、消費電力を低減し得る従来の真空排気装置を示す模式図である。

- 20 図 2 4 は、従来の真空排気装置の概略配管構成図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

- 本発明の真空排気装置の実施の形態について、まず多段ルーツ型ドライ真空ポンプを主ポンプとして用いる場合を例とし、図 1 ～図 5 を参照して説明する。こ  
25 れらの図においては、多段ルーツ型ドライ真空ポンプを模式的に示す。

すなわち、図 1 に示す真空排気装置 10 の実施の形態では、多段ルーツ型ドライ真空ポンプ 20（主ポンプ）の本体 21 内には、モータ 22 により回転駆動される一対のロータ  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ 、 $R_5$  及び  $R_6$  がそれぞれ設けられている。また、本体 21 の左端上壁部にはロータ  $R_1$  のロータ室に連なる吸入口 23 が設けられており、最後段のロータ  $R_6$  のロータ室の吐出側に連なる吐出部 24 にはサイレンサ 26 を備えた排気配管 25 が接続され、さらに配管 27 を介して逆止弁 28 に接続されている。この逆止弁 28 は大気側への方向を順方向としている。そしてまた、吐出部 24 には主ポンプ 20 よりも排気容量の小さい補助ポンプ 30 が接続されている。

10 次はこの作用について説明する。

モータ 22 を駆動すると、各ロータ  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ 、 $R_5$ 、 $R_6$  の回転により排気されるガスがそれぞれのロータ室から順次下流側へと移送され、吸入口 23 に接続した真空処理室（図示せず）が排気される。最後段の吐出部 24 の圧力は大気圧に最も近いのであるが、本発明によれば補助ポンプ 30 の駆動により減圧に排気される。よって、最後段のロータによる排気作用の負担は大幅に軽減される。すなわち、モータ 22 の消費電力は従来よりも大幅に小とすることができる。

図 2 は本発明の実施の形態における真空排気装置 10 の変形例を示すものであるが、図 1 の実施の形態に対応する部分については同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

すなわち、本実施の形態によれば、主ポンプ 20' の最後段の吐出部 24 は本体 21' の開口を介してサイレンサ 26 を備えた排気配管 25 に接続され、さらに配管 27 を介して逆止弁 28 に接続されて大気へと連なる。さらに排気配管 25 と並列に配管 31 を介して補助ポンプ 30 が接続される。この補助ポンプ 30 の吐出口は配管 32 を介して逆止弁 28 の大気側に接続される。この実施の形態

においては、図 1 の実施の形態と同様な省エネルギー効果を奏するばかりでなく、補助ポンプ 30 が排気配管 25 及び逆止弁 28 に並列して接続されているので、大容量のガスを排気する時は排気配管 25 に流れ、補助ポンプ 30 が故障しても主ポンプ 20' の性能は維持される。

- 5 図 3 は図 2 の実施の形態における真空排気装置 10 の変形例を示すものであり、本実施の形態によれば、補助ポンプ 30 は配管 31、32 を介して逆止弁 28 と並列に接続されているので、図 2 の実施の形態と同様な効果を奏することは明らかである。

- 図 4 及び図 5 は、図 1 及び図 2 の実施の形態における真空排気装置 10 の変形  
10 例を示すものであり、これら実施の形態によれば、主ポンプ 20A、20B の中間段に最後段の吐出部 24 とは別の吐出部 24' を設け、この吐出部 24' に補助ポンプ 30' が接続されている。このようにすることで、主ポンプ 20A、20B の中間段の圧力が減圧され、中間段のロータによる排気作用の負担が軽減されことによって、最後段のロータによる排気作用の負担も軽減される。すなわち、  
15 モータ 22 の消費電力は従来よりも小さくなる。

以上の実施の形態では、それぞれ対をなす各ロータ  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ 、 $R_5$ 、 $R_6$  はすべて同じ大きさとしたが、これに代えて図 19、図 20 に示すように前段から後段に向かうにつれてロータの大きさを小さくしてもよい。この場合には、以上の実施の形態よりもさらに消費電力を小さくできることは明らかである。

- 20 また主ポンプ 20 は、多段ルーツ型ドライ真空ポンプに限らず、容積移動型のドライ真空ポンプ、例えばスクリー型やクロー型でも同様の効果が得られる。

次に、本発明の実施の形態で使用される逆止弁 28 の構成を、図 6 を参照して説明する。

- 逆止弁 28 は、大気側に位置する筒状の上本体 41 と主ポンプ 20 側に位置する筒状の下本体 42 とからなるハウジング 40、上本体 41 と下本体 42 との間  
25

に形成される弁室 4 4、弁室 4 4 の下本体 4 2 側端部に形成される環状の弁座 4 5、弁座 4 5 に対して着離座可能な球形弁体 4 6、および弁室 4 4 の上本体 4 1 側に形成され球形弁体 4 6 の所定以上のリフト動作を規制するためのストッパ 4 7 とを備えている。

- 5      上本体 4 1 と下本体 4 2 との結合面には環状のシールリング 4 8 が介装されるときともに、上本体 4 1 と下本体 4 2 とが複数本のボルト部材 4 3 により結合されることによって、両者が気密に一体化されている。球形弁体 4 6 は例えば中空のステンレス球からなり、その表面は薄いゴム膜で被覆されている。本実施の形態では、球形弁体 4 6 の自重は約 5 0 g であり、逆止弁 2 8 の入口側の圧力が大気
- 10   圧より約 7 0 0 P a 高くなると図 6 において上方へ持ち上げられる(リフトする)ようになっている。ストッパ 4 7 は、図示するように上本体 4 1 の筒状の下端部の周方向に沿って 9 0 ° 間隔に下方に突出する 4 本の爪から構成される。したがって、球形弁体 4 6 を持ち上げて弁室 4 4 内に流入したガスは、ストッパ 4 7 を構成する各爪の間を通過して大気側へ流出することになる。
- 15      上記構成の逆止弁 2 8 は流体の抵抗が小さく、入口側の僅かな圧力上昇で開弁するので早い圧力変動にも追従することができる。一般に、主ポンプ 2 0 として用いられる容積移動型ポンプでは、ポンプ吐出部 2 4 のガスはロータ室内に逆流したりロータ室から押し出されたりする動きを繰り返していることから、ポンプ吐出部 2 4 のガスは脈動を生じており、主ポンプ 2 0 の吸入ガス量が少なくなる
- 20   と弁体はここでの脈動の影響で弁座に対する着座、離座を繰り返すようになる。この場合、脈動に対する弁体の追従性が悪いと、弁座に弁体が着座している時間がなくなり、補助ポンプ 3 0 の吸入側は大気圧に開放されたままとなって主ポンプ 2 0 の吐出部 2 4 を減圧することができなくなる。そこで本実施の形態では、逆止弁 2 8 の弁体を球形 (4 6) とし、その自重のみで逆止弁 2 8 の開閉を行う
- 25   ようにしており、脈動に対する追従性を高めるようにしている。

ところが、主ポンプ20のロータの回転数が大になると追従しきれなくなることがある。例えば、スクリー型ドライ真空ポンプの場合、ロータの回転数が3600rpmまでは完全に追従するが、6000rpmになると逆止弁28の球形弁体46は吐出部24のガス圧力の脈動に追従することができず、弁座45に着座すべき時に完全に着座しないことが生ずる。そのため、バネ定数が小さく追従性の良好なバネを用いて球形弁体46を弁座45に押圧する方法が考えられるが、この方法はバネの存在によって排気ラインの圧力損失が大になるほか、バネの押圧力に相当する分だけ球形弁体46を浮上させて逆止弁28を開とするに要するガス圧力が大になる。また、補助ポンプ30の排気容量を大にして主ポンプ20の吐出部24のガス圧力を素早く低下させる方法も考えられるが、この方法は消費電力を増大させ、省エネルギーの効果を低下させる。

そこでこのような場合には、図7の真空排気装置10に示すように2個の逆止弁28a、28bを直列に接続するようにした。直列に接続する逆止弁は2個に限らず3個以上でも良い。なお、第1逆止弁28aと第2逆止弁28bは、図8に示すように、図6に示した逆止弁28と同様に構成される同一形状のものを直列に接続したものである。

そして、図7の真空排気装置10において、主ポンプ20としてスクリー型ドライ真空ポンプを用いロータを6000rpmで回転させて真空処理室の排気を行ったが、第1逆止弁28aと第2逆止弁28bはスクリー型ドライ真空ポンプ20の吐出部の圧力の脈動に影響されず正確に作動し、単なるスクリー型ドライ真空ポンプを使用する場合と比較して消費電力が約70%低減された。

さらに、この実施の形態の変形例として、図9及び図10に示すように、第1逆止弁28aと第2逆止弁28bとの接続部を配管29によって補助ポンプ30の吸入側に接続するようにしてもよい。これにより、一層安定に減圧することができる。



また、図 11 は本発明の実施の形態による真空排気装置 10 の概略配管構成を示している。真空処理室 1 と単一のドライ真空ポンプで構成される主ポンプ 20 を繋ぐ排気配管 12 には、メインバルブ 13 と真空度計測用の圧力計 19 が取り付けられており、主ポンプ 20 の排気配管 25 には、逆止弁 28 が接続され、逆止弁 28 と並列に補助ポンプ 30 が接続されている。補助ポンプ 30 には、排気速度が主ポンプ 20 の 10 % 程度のドライポンプが使用されており、逆止弁 28 には、図 6 に示したものと同様に、弁室内で浮動し得る球形弁体を備え大気圧より約 700 Pa 高い圧力で浮上して弁を開とし、それより低い圧力では自重によって下方の弁座に着座して弁を閉とするものが使用されている。排気配管 15 の下流側は排ガス処理装置（図示せず）に接続されている。また、主ポンプ 20 の上流側にターボ分子ポンプ等の高真空排気用ポンプが接続されていてもよい。

本実施の形態における主ポンプ 20 は容積移動型のルーツ型ドライ真空ポンプで構成されるが、勿論これに限られず、クロー型やスクリー型といった他の容積移動型のドライ真空ポンプを用いることも可能である。

補助ポンプ 30 には、消費電力の小さい効率の良い構造のポンプが用いられる。すなわち、ポンプ構造として、ポンプの圧縮行程において排気ガスの体積が減少する構造のものがよい。具体的には、回転翼型（ゲーデ型）、ピストン型、ダイアフラム型（メンブラン型）、スクロール型が適している。そして、補助ポンプ 30 の排気速度は期待する真空排気装置 10 の能力に応じて主ポンプ 20 の排気速度の数%から 20 % 程度までの範囲内で適宜選択される。

次に、以上のように構成される本実施の形態における真空排気装置 10 の作用と併せ、本発明の詳細について説明する。

真空処理室 1 は、主ポンプ 20 によって大気圧から所定の真空度にまで排気される。補助ポンプ 30 は、主ポンプ 20 を運転しているときは常時運転される。

主ポンプ 20 の排気ガス量が多いために補助ポンプ 30 で主ポンプ 20 の吐出側

を排気しても大気圧以下とならない場合は、逆止弁 28 が開いて排気ガスを図 11 において矢印 a で示す方向に排出する。一方、真空処理室 1 の排気作用が進むと、主ポンプ 20 の吸入圧力は低下し、これに伴って主ポンプ 20 の吐出口 24 のガス量が低下する。

5      主ポンプ 20 の吐出側が補助ポンプ 30 の排気作用によって大気圧以下とすることができると、逆止弁 28 は開閉を繰り返す脈動状態となる。本実施の形態では、上述のように逆止弁 28 を脈動に対する追従性を高めた構造となっているので、本発明の真空排気装置を高い信頼性を確保して運転することができる。

10      主ポンプ 20 の吐出側が大気圧以下となると逆止弁 28 は完全に閉じ、以後、図 11 における矢印 a の方向のガスの流れはなくなり、補助ポンプ 30 の排気作用による矢印 b の方向への排気のみとなる。これにより、主ポンプ 20 の吐出圧は低下し始め、主ポンプ 30 への逆流ガス量が低減するので、主ポンプ 20 の消費電力は減少する。

15      なお、逆止弁 28 が開弁するぐらいに主ポンプ 20 の排気ガス量が大きい状態では、補助ポンプ 30 はあまり役に立っておらず、主ポンプ 20 の消費電力と補助ポンプ 30 の消費電力とを合わせた真空排気装置全体の消費電力は、補助ポンプ 30 を運転させないときに比べて大きくなる。しかし、例えば半導体製造装置においては真空処理室の体積は 100 リットル以下のものが多く、補助ポンプ 30  
20      が役に立つ圧力に達する時間は数分であることから、省エネの点からは無視することができる。

図 12 は、排気速度  $150 \text{ m}^3/\text{Hr}$  の主ポンプ 20 の後段（吐出側）に排気速度  $1.8 \text{ m}^3/\text{Hr}$  の補助ポンプ 30 を取り付けた真空排気装置の、主ポンプ 20 の吸入圧力に対する消費電力（主ポンプ 20 + 補助ポンプ 30）特性を示している。主ポンプ 20 は上述したように最後段の排気容量が 1 段目の排気容量に  
25

対して25%に設定された省エネタイプのポンプである。図12において一点鎖線は補助ポンプ30を取り付けない場合を示し、実線は補助ポンプ30および逆止弁28を取り付けた場合を示している。なお、横軸（吸入圧力）は対数目盛としている。

- 5 図12に示すように、補助ポンプ30を取り付けることで、1kPa以下の圧力範囲では消費電力は急激に下がり、補助ポンプ30を取り付けない場合と比較すると、到達圧力時には1.35kWの消費電力が0.32kWとなり、約76%の省エネ率（消費電力削減率）が得られている。また、主ポンプ20の吸入圧力が400Paの場合には、補助ポンプ無しの場合の消費電力が1.4kW  
10 Wに対し、補助ポンプ30を付けたときの消費電力は0.67kWとなり、省エネ率は約52%となる。

- なお、補助ポンプ30の排気速度を大きくすると、主ポンプ20の消費電力が減少を開始する圧力が図示する1kPa近傍から図中右側、すなわち吸入圧力が高い方に移動し、省エネルギーが有効となる圧力範囲が広がる。しかし、補助  
15 ンプ30の排気速度を大きくすると補助ポンプの消費電力が増大し、省エネ効果が小さくなる。一般に半導体製造装置で使用される真空排気系では、少量のプロセスガスを真空処理室1に流し込み、所定の圧力を維持しながら成膜等の処理を行う。その際主ポンプ20の吸入圧力は、高い場合でも1500Pa程度であることから、3000Pa程度以下の吸入圧力範囲で省エネ効果が得られれば本  
20 発明の目的は達成される。

次に、図13は、主ポンプとしてのドライ真空ポンプをターボ分子ポンプの後段側ポンプとして使用した場合を想定して、互いに排気速度が異なる主ポンプと補助ポンプとを組み合わせたときの排気速度比と消費電力比との関係を示している。主ポンプの吸入圧力は、400Paである。

- 25 ここで、排気速度比とは補助ポンプの排気速度と主ポンプの排気速度との比を

いい、消費電力比とは、補助ポンプ使用時の消費電力と補助ポンプ非使用時の消費電力との比をいい、従って消費電力比100%は省エネ効果が全くない場合をいう。なお、補助ポンプ使用時の消費電力は主ポンプと補助ポンプの総計の消費電力を、補助ポンプ非使用時の消費電力は主ポンプの消費電力をそれぞれ意味する。

図13から、排気速度比が大きくなればなるほど消費電力比は低くなり、よって省エネ効果が高まることがわかる。また、排気速度比が3%付近になると消費電力比の低減率が小さくなることが認められるが、その理由については後述する。以上から、主ポンプの吸入圧力が400Paの時、当該主ポンプの排気速度に対して3%以下の排気速度を持つ補助ポンプを使用することにより省エネ化を効率良く達成することができる。

本実施の形態においては、主ポンプ20と補助ポンプ30の排気速度比は1.2%であるので、上記条件を満足する。

主ポンプに対する補助ポンプの排気速度比を大きくすることにより主ポンプの省エネ効果が現れる吸入圧力は上述のとおり高圧側に移行するが、反面、補助ポンプの消費電力は大きくなり、主ポンプと補助ポンプとを合わせた消費電力は、補助ポンプを使用しない場合の消費電力より大きくなってしまう。このことを図14及び図15を参照して説明する。

ここで、図14は、補助ポンプとして使用できるポンプの排気速度に対する消費電力の代表的な値を示したものである。また、図15は、本実施の形態における主ポンプ20としての150m<sup>3</sup>/Hrの排気速度のドライ真空ポンプを例にとり、主ポンプ吸入圧力400Paの排気速度に対する図14に示した特性の補助ポンプの排気速度比を変化させた場合の消費電力を示したものである。

図15において、一点鎖線は主ポンプ20のみの消費電力で、補助ポンプの排気速度比を大きくすることで急激に消費電力を減少するが、排気速度比4%程度

以上では主ポンプ 20 のメカニカルロスに値に収斂する。破線は図 1 4 に示した特性の補助ポンプの消費電力を排気速度比との関係に置き換えて示したものである。そして、実線はこれらの和で、これが真空排気装置としての消費電力となる。

図 1 5 の実線で示す結果から、主ポンプ 20 に対する上記補助ポンプ 30 の排  
5 気速度比 3 % 程度が最も低い消費電力を示すことがわかる。主ポンプ 20 の吸入圧力 400 Pa において省エネ率 50 % (図 1 2 参照) を得る場合を検討すると、上記排気速度比は 1.2 % 又は 9.4 % のどちらでもよいことになるが、排気速度比 9.4 % での補助ポンプは、1.2 % の補助ポンプ (すなわち本実施の形態における補助ポンプ 30) より大型となり、設置スペースおよびポンプを製造す  
10 るためのエネルギーの比較においては不具合を生ずることになる。したがって、排気速度比が 3 % 以下の補助ポンプを選択すれば、全体的に省エネ率の高い真空排気装置を得ることができる一方、排気速度比が 3 % 超の補助ポンプでは、逆に省エネ効果が減殺されることがわかる。

一方、図 1 2 に実線で示したように、10 Pa 以下の吸入圧力範囲では消費電  
15 力はほぼ水平となっている。この状態は、主ポンプ 20 の吐出部圧力が低くなりポンプ室内の圧縮仕事が無視できるほど小さくなった場合で、ここでの消費電力は、主ポンプ 20 の機械損 (メカニカルロス) を表している。主ポンプ 20 の吸入圧力を徐々に高めていくと消費電力も徐々に上昇する。このことは、主ポンプ 20 の最終段で圧縮仕事 (ここでは、逆流ガスを押し戻す仕事) が目に見えるか  
20 たちとなってきたことを示している。主ポンプ 20 の消費電力は、吐出部圧力と比例的関係を持つので、図 1 2 の実線で示す低い消費電力を得るには、補助ポンプがここでの測定時の吐出圧まで排気できる能力を持っていないなければならないことになる。

そこで、種々の排気速度の異なるドライポンプを使用して到達圧力時の消費電  
25 力から 10 % 消費電力が上昇する吸入ガス量の設定を行い、このときの補助ポン

プの圧力を調べると、6. 5 k P aから2 0 k P aの値が得られた。このことは、補助ポンプ3 0として2 0 k P a以下の圧力まで排気できる能力を持ったポンプを使用しないと、到達圧力時において主ポンプ2 0のメカニカルロスと等しい消費電力が得られないことを示している。

- 5 続いて、図1 6の実線は本実施の形態における真空排気装置の排気速度特性を、一点鎖線で示す補助ポンプがない場合の排気速度特性と比較して示している。1 k P a以下の吸入圧力では、補助ポンプがない場合に比べて約1 0 %排気速度が大きくなっている。更に、到達圧力は2 P aから1 P aに向上している。これは、主ポンプ2 0の吐出口圧力が低下したことで逆流ガス量が小さくなり、容積効
- 10 率が高まったことによる。補助ポンプ3 0の付加は、消費電力の削減のみの効果に止まらず、排気速度および到達圧力の向上にも効果がある。

以上のように、本実施の形態によれば、小さい排気能力を持った補助ポンプで主ポンプの消費電力を効率良く低減することができるので、真空排気装置全体としての効率的な省エネ化を図ることができる。

- 15 以上、本発明の実施の形態について説明したが、勿論、本発明はこれに限定されることなく、本発明の技術的思想に基づいて種々の変形が可能である。

- 例えば以上の実施の形態では、主ポンプ2 0として単一のドライ真空ポンプを用いて説明したが、これに限らず、例えばルーツ型ドライ真空ポンプを複数段直列的に接続して構成した複合型ポンプを上記主ポンプとして用いることも可能で
- 20 ある。

- また、以上の実施の形態では補助ポンプ3 0を単一の主ポンプ2 0の吐出側に接続する構成について説明したが、例えば図1 7に示すように、複数台（図では3台）並列的に配置された主ポンプ2 0 A～2 0 Cの吐出側を一台の補助ポンプ3で排気する構成も、本発明は適用可能である。図示する例は、主ポンプ2 0 A
- 25 ～2 0 C各々に対して逆止弁2 8 A～2 8 Cを設けるとともに補助ポンプ3 0と

の間に開閉弁 11 A～11 C を設けている。各主ポンプ 20 A～20 C は互いに異なる真空処理室に連絡しているものとする。この場合、主ポンプ 20 A～20 C の動作台数によって補助ポンプ 30 の吸入ガス量が変動するので、主ポンプ 20 A～20 C の動作台数に応じて補助ポンプの排気速度（回転数）を可変とする  
5    のが望ましい。

また、本発明の真空排気装置の運転方法について、図 11 の真空排気装置 10 を参照して具体的に説明する。

真空排気装置 10 によって真空処理室 1 を大気圧から真空排気するに際しては、  
先ず補助ポンプ 30 を起動しメインバルブ 13 を開とすることによって排気を開  
10    始した。そして圧力計 19 によって真空処理室 1 の真空度が  $10^4$  Pa に達した  
ことが確認された時点で、主ポンプ 20 を起動しロータの回転数を例えば 360  
0 rpm として真空処理室 1 の真空度が 1 Pa に達するまで排気した。このよう  
な起動方法を採用することにより、真空処理室 1 内における微粒子の舞い上がり  
を防ぐことができた。すなわち、大気圧からの排気に際し補助ポンプ 30 のみを  
15    起動することにより、従来のようにメインバルブ 13 と並列に口径の小さいバイ  
パスバルブ 14 を設けなくともスロー排気が可能であった。また、真空度が 1 Pa  
に達した後、続いて定常運転に入ったが、この時点では排気量が少なく逆止弁  
28 が閉じて補助ポンプ 30 のみによる排気が行われることから、真空排気装置  
10 の消費電力は低減され、騒音も抑制された。なお、図 11 の排気配管 15 に  
20    は口径 40 A のパイプを使用した。補助ポンプ 30 による排気、それに続く主  
ポンプ 20 の排気においては排気量が少ないので、例えば口径 10 A（口径 10  
mm $\approx$ 3/8 インチ）のパイプに置き換えることが可能であり、この口径のパイ  
プは曲げ加工が可能であるから配管の施工費を低減させることができる。

以上、本発明の真空排気装置の運転方法を実施例によって説明したが、勿論本  
25    発明はこれに限られることなく、本発明の技術思想に基づいて種々の変形が可能

である。

- 例えば本実施例においては、補助ポンプの排気によって真空処理室が所定の真空度に達した後の主ポンプの起動に際し、ロータを3600rpmで回転させた  
が、真空処理室が所定の真空度に達する前に主ポンプをインバータ制御して回転  
5 数を排気量の小さい低回転数から真空処理室の真空度に応じて漸次増大させるよ  
うにしてもよく、そのことによって主ポンプの起動時における急激な圧力変化を  
避け、補助ポンプの負荷にならないように主ポンプを起動することができる。

#### 産業上の利用可能性

- 10 本発明の真空排気装置および真空排気装置の運転方法によれば、簡単な構成で  
従来より大幅な省エネルギーが達成できるばかりでなく、容易にスロー排気を行  
うことができる。



## 請 求 の 範 囲

1. 主ポンプの中間段又は最後段のポンプ室の吐出側に補助ポンプの吸入側を接続したことを特徴とする真空排気装置。
2. 前記補助ポンプが前記主ポンプよりも排気容量の小さいポンプであることを特徴とする請求の範囲第1項記載の真空排気装置。
3. 前記主ポンプの後段部の少なくとも一つのポンプ室を前段部より小さくして前段部より排気容量を小さくしたことを特徴とする請求の範囲第1項又は2項記載の真空排気装置。
4. 前記主ポンプの最後段のポンプ室の吐出側には排気用配管が接続され、該排気用配管には大気側へのガスの流れのみを許容する逆止弁が接続されていることを特徴とする請求の範囲第1項乃至3項のいずれかに記載の真空排気装置。
5. 前記逆止弁が複数の逆止弁を直列に接続したものであることを特徴とする請求の範囲第4項記載の真空排気装置。
6. 前記逆止弁が、弁胴内で浮動し得る球形弁体を有するものであり、前記球形弁体が前記主ポンプの排気ガスの圧力で浮上して弁を開とし、前記圧力以下では自重によって下方の弁座に着座して弁を閉とする第1逆止弁、および前記第1逆止弁と同様な第2逆止弁を直列に接続したものであることを特徴とする請求の範囲第5項記載の真空排気装置。
7. 前記補助ポンプは前記逆止弁に並列に接続されていることを特徴とする請求の範囲第4項乃至6項のいずれかに記載の真空排気装置。
8. 前記第1逆止弁と前記第2逆止弁を接続する空間が前記補助ポンプの吸入側に接続されていることを特徴とする請求の範囲第6項記載の真空排気装置。
9. 前記球形弁体が中空の金属球からなり、表面がゴム類で被覆されていることを特徴とする請求の範囲第6項記載の真空排気装置。
10. 主ポンプと、この主ポンプの吐出側に接続され前記主ポンプから大気側へ

- のガスの流れのみを許容する逆止弁と、前記主ポンプの吐出側に前記逆止弁に対して並列的に配置され前記主ポンプよりも排気容量の小さい補助ポンプとを備えた真空排気装置であって、前記補助ポンプが、前記主ポンプの吸入圧力が400 Paにおける前記主ポンプの排気速度の3%以下の排気速度で運転されるポンプ
- 5 であることを特徴とする真空排気装置。
11. 前記主ポンプが、容積移動型のドライ真空ポンプ、または該ドライ真空ポンプを複数段直列的に接続した複合型ポンプであることを特徴とする請求の範囲第10項記載の真空排気装置。
12. 前記主ポンプが並列的に複数台配置され、前記補助ポンプの吸入側が前記
- 10 各主ポンプの吐出側に接続されてなることを特徴とする請求の範囲第10項記載の真空排気装置。
13. 前記補助ポンプの到達圧力が20 kPa以下であることを特徴とする請求の範囲第10項記載の真空排気装置。
14. 前記補助ポンプが、回転翼型（ゲーデ型）、ピストン型、ダイヤフラム型（メ
- 15 ンブラン型）またはスクロール型の真空ポンプであることを特徴とする請求の範囲第13項記載の真空排気装置。
15. 真空処理室に接続された主ポンプと、この主ポンプの吐出側に接続され前記主ポンプから大気側へのガスの流れのみを許容する逆止弁と、前記主ポンプの吐出側に前記逆止弁に対して並列的に配置され前記主ポンプよりも排気容量の
- 20 小さい補助ポンプとを備えた真空排気装置によって前記真空処理室を大気圧またはその近傍から排気するに際して、前記補助ポンプを最初に起動し、前記真空処理室が所定の圧力に達した後に前記主ポンプを起動することを特徴とする真空排気装置の運転方法。
16. 真空処理室に接続された主ポンプと、この主ポンプの吐出側に接続され前
- 25 記主ポンプから大気側へのガスの流れのみを許容する逆止弁と、前記主ポンプの

- 吐出側に前記逆止弁に対して並列的に配置され前記主ポンプよりも排気容量の小さい補助ポンプとを備えた真空排気装置によって前記真空処理室を大気圧またはその近傍から排気するに際して、前記補助ポンプを最初に起動し、前記真空処理室が所定の圧力に達する前に前記主ポンプを排気量の小さい低速回転で起動し、
- 5 前記真空処理室の圧力に応じて回転数を漸次増大させることを特徴とする真空排気装置の運転方法。



2  
图

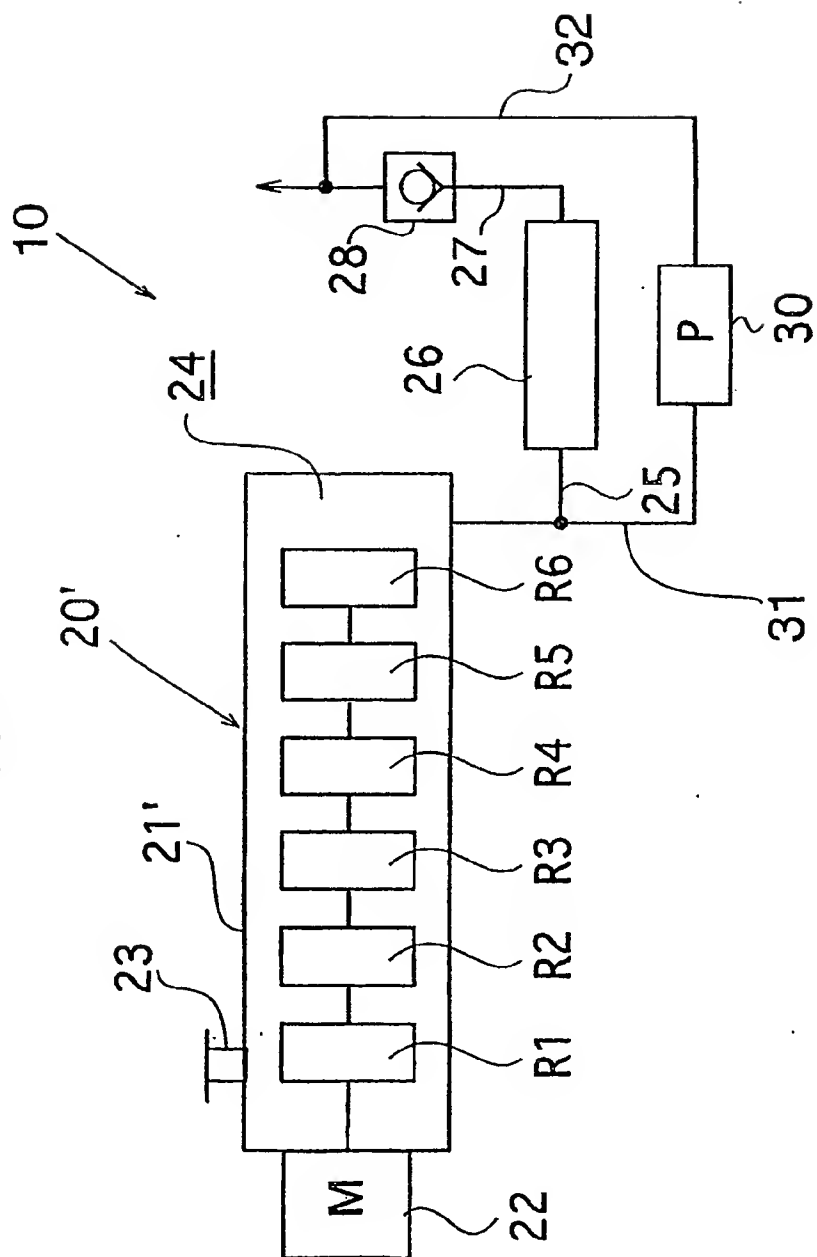


図 3

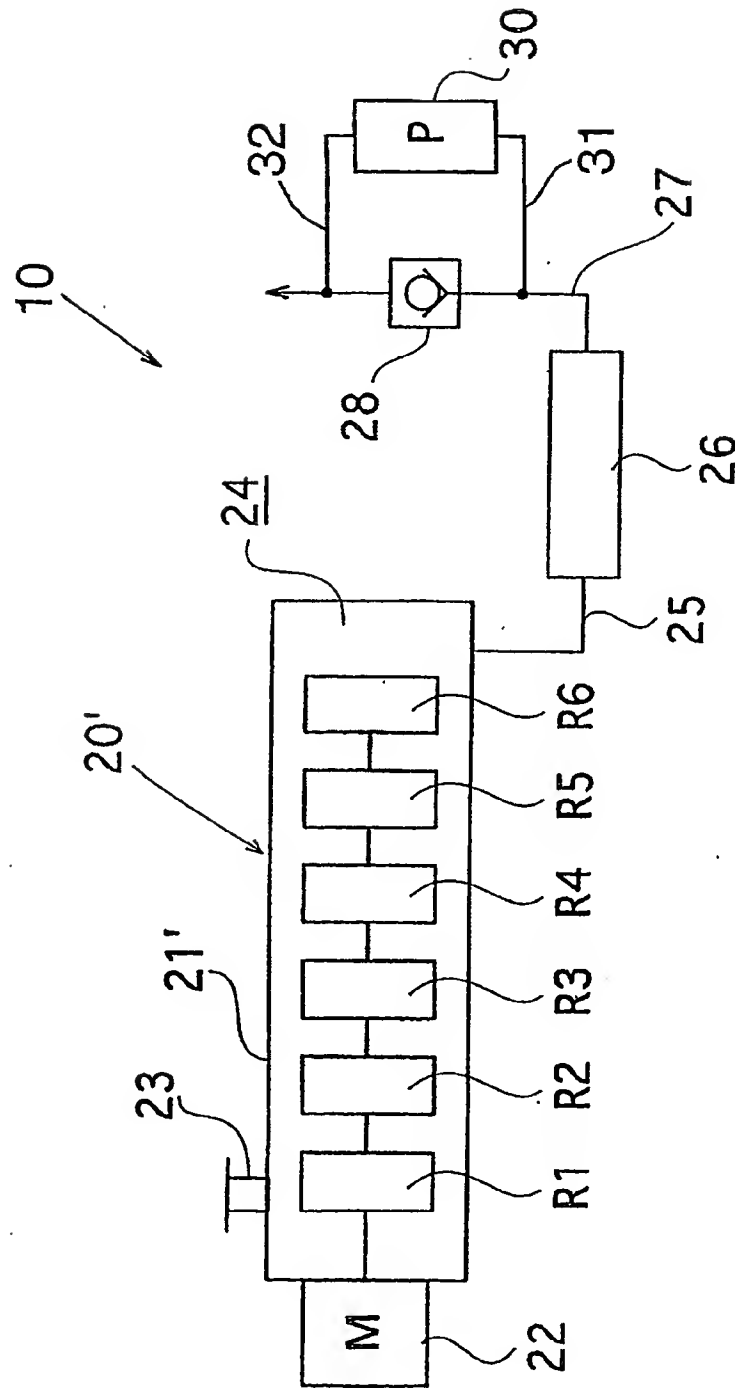


図 4

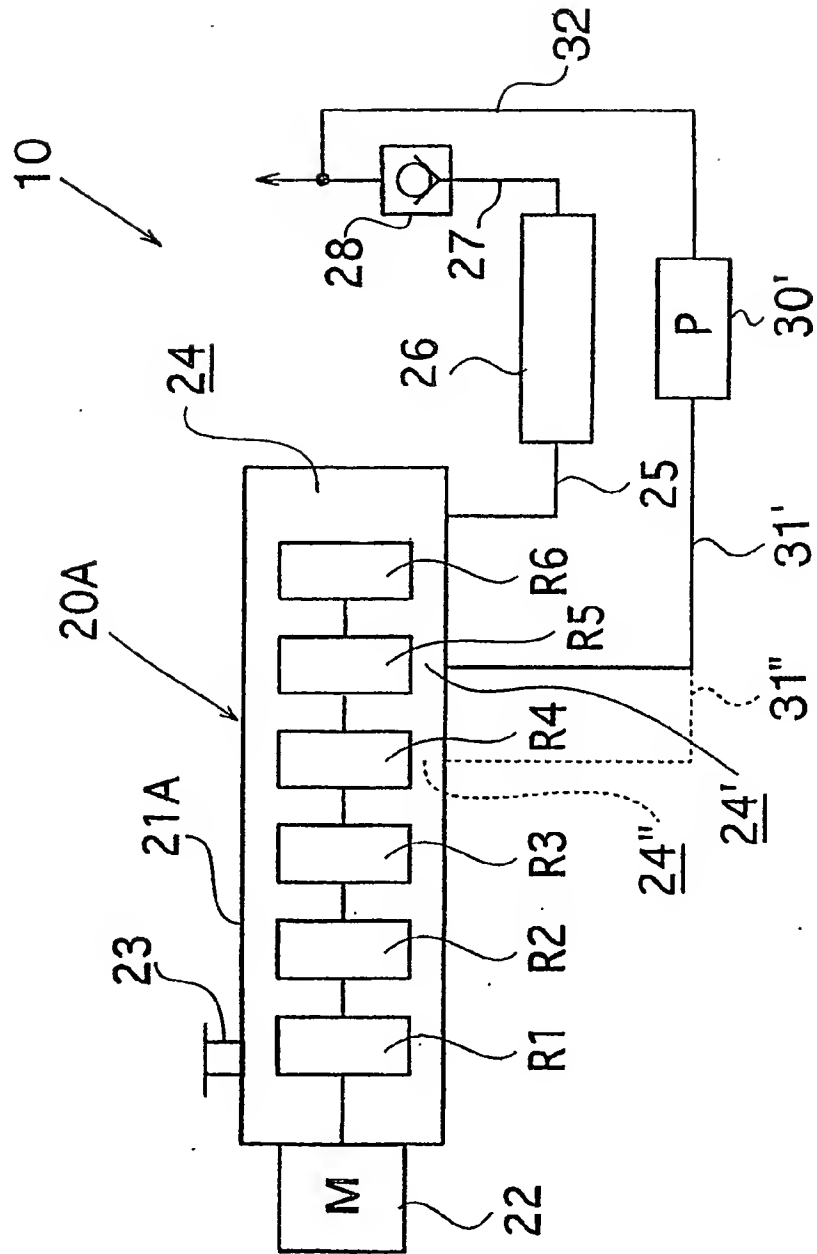






図 6

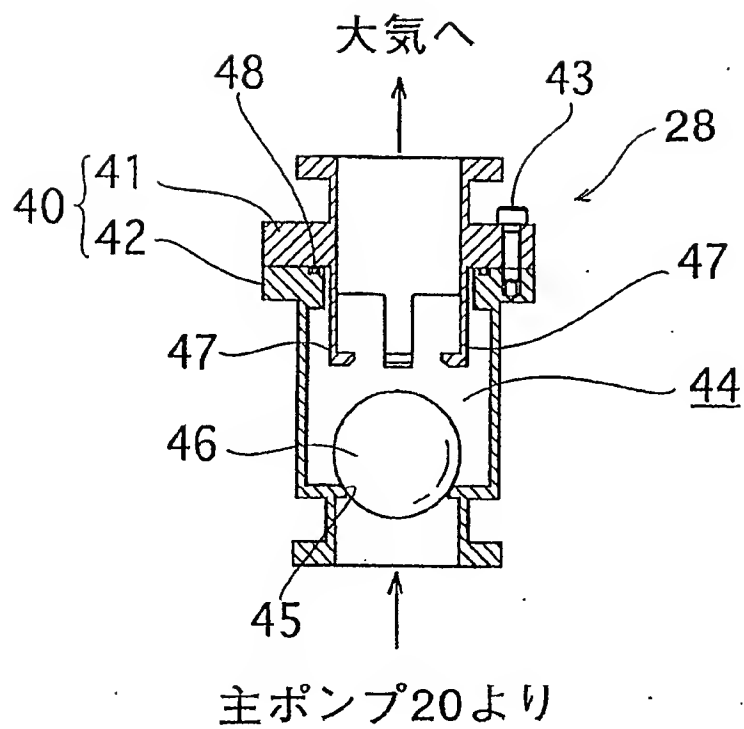


図 7

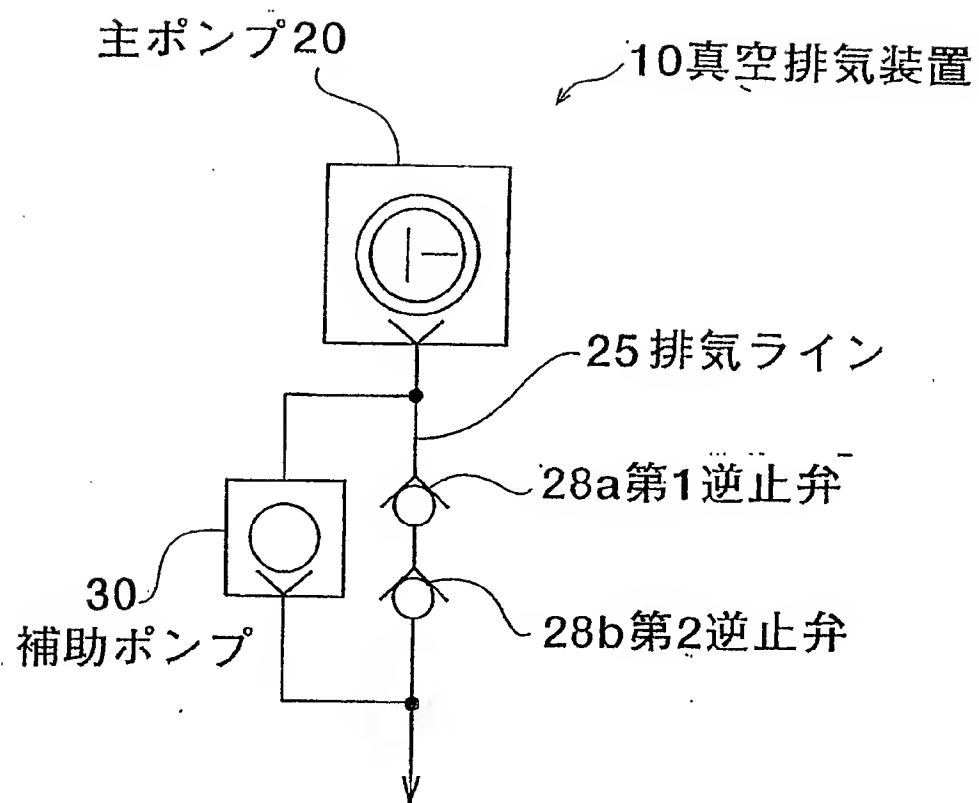


図 8

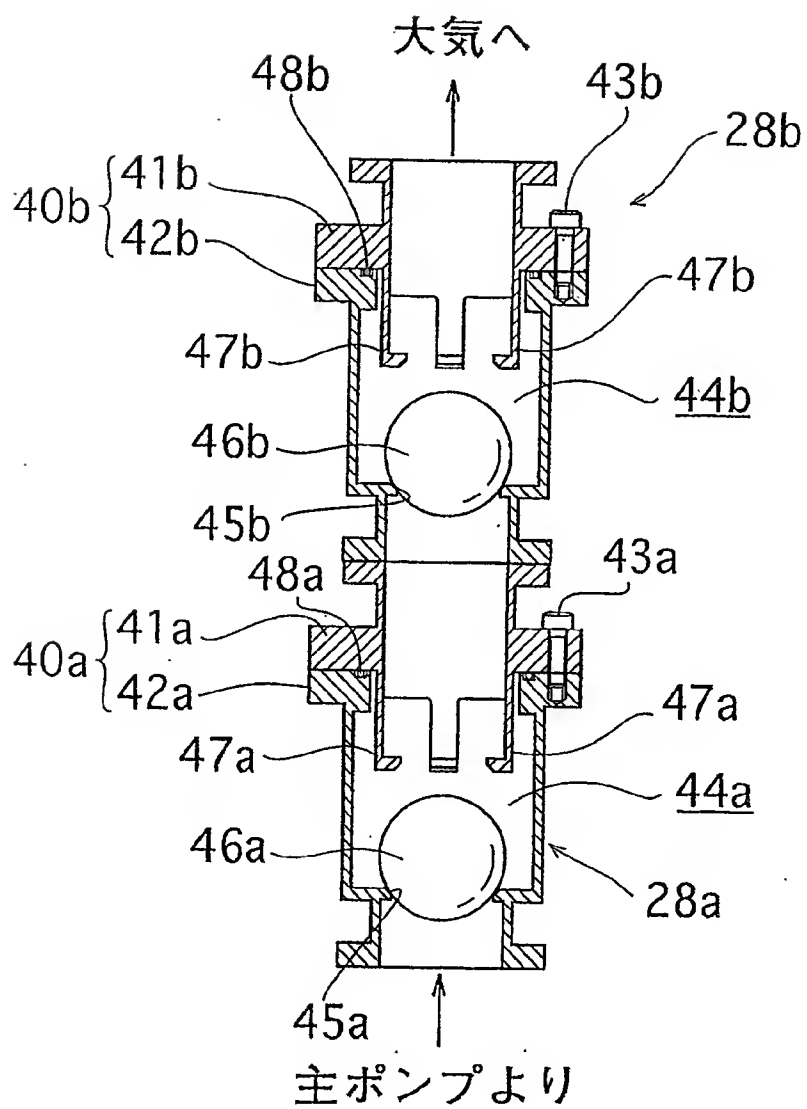


図 9

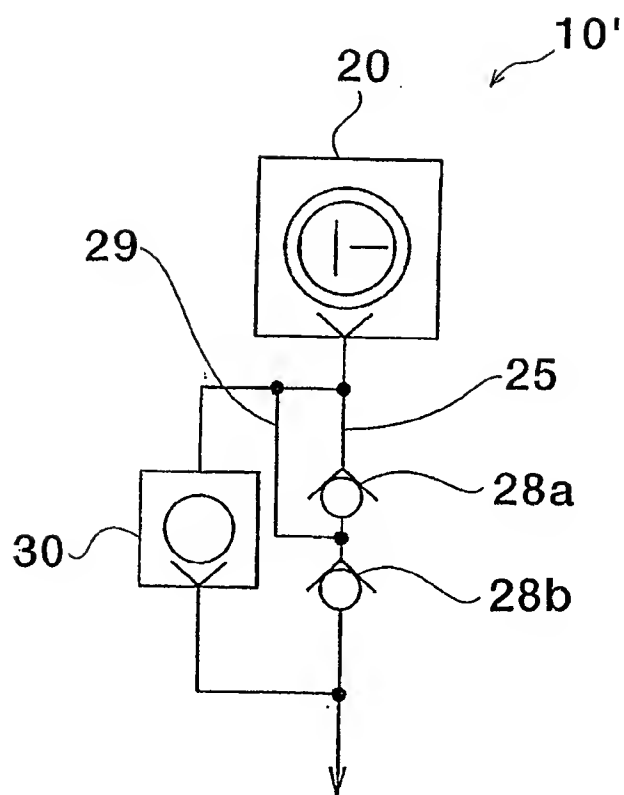


図 10

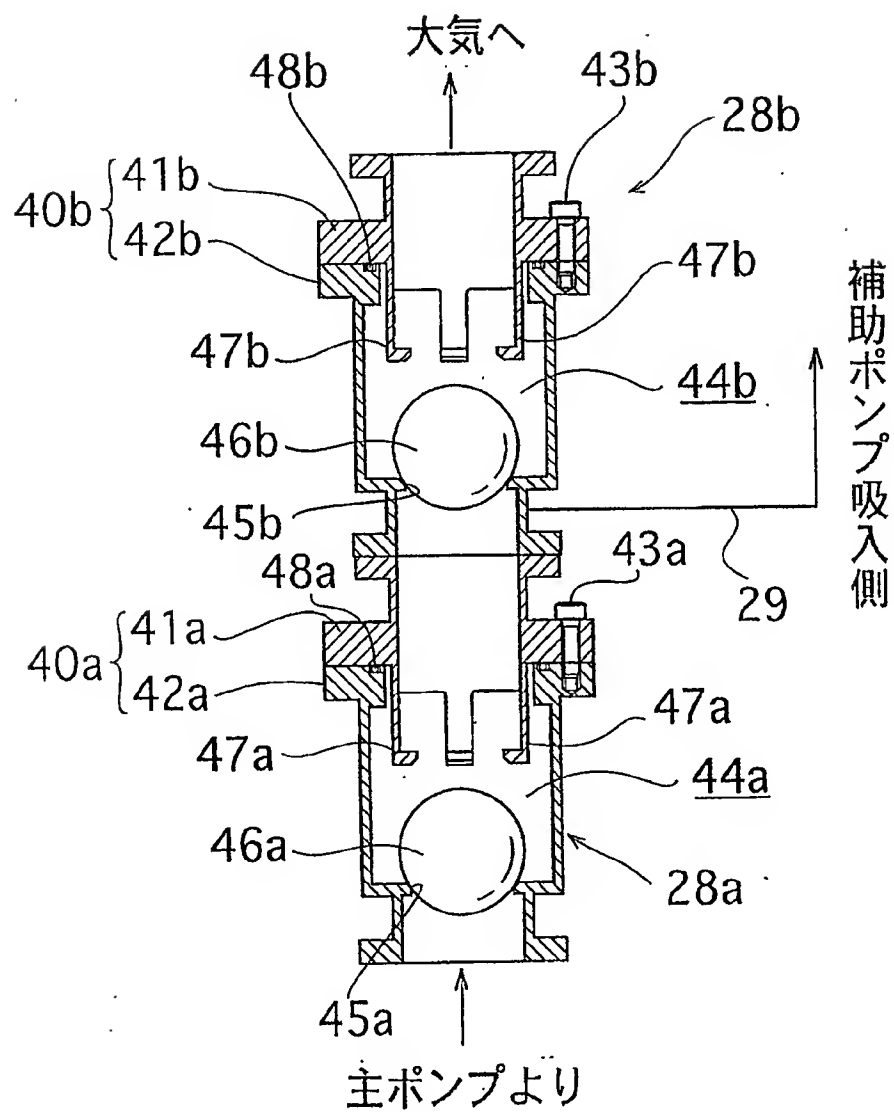


図 1 1

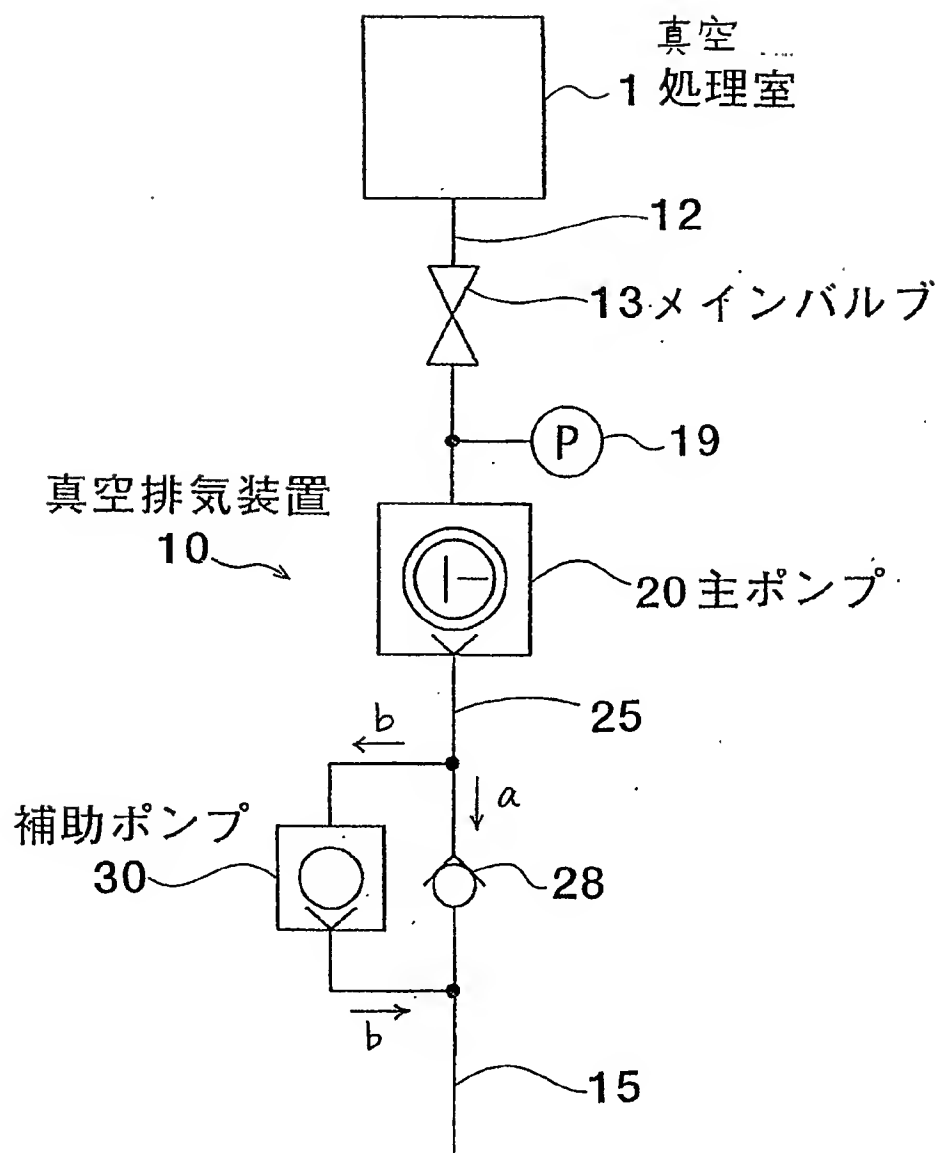
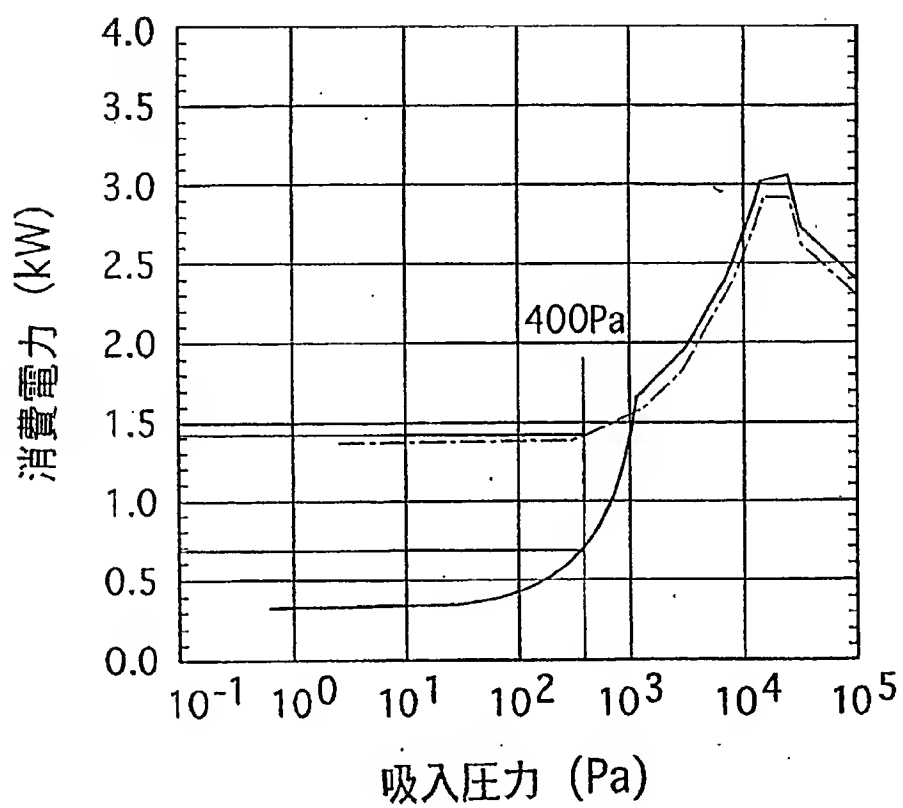


図 1 2



—— 補助ポンプ有り  
----- 補助ポンプ無し

図 1 3

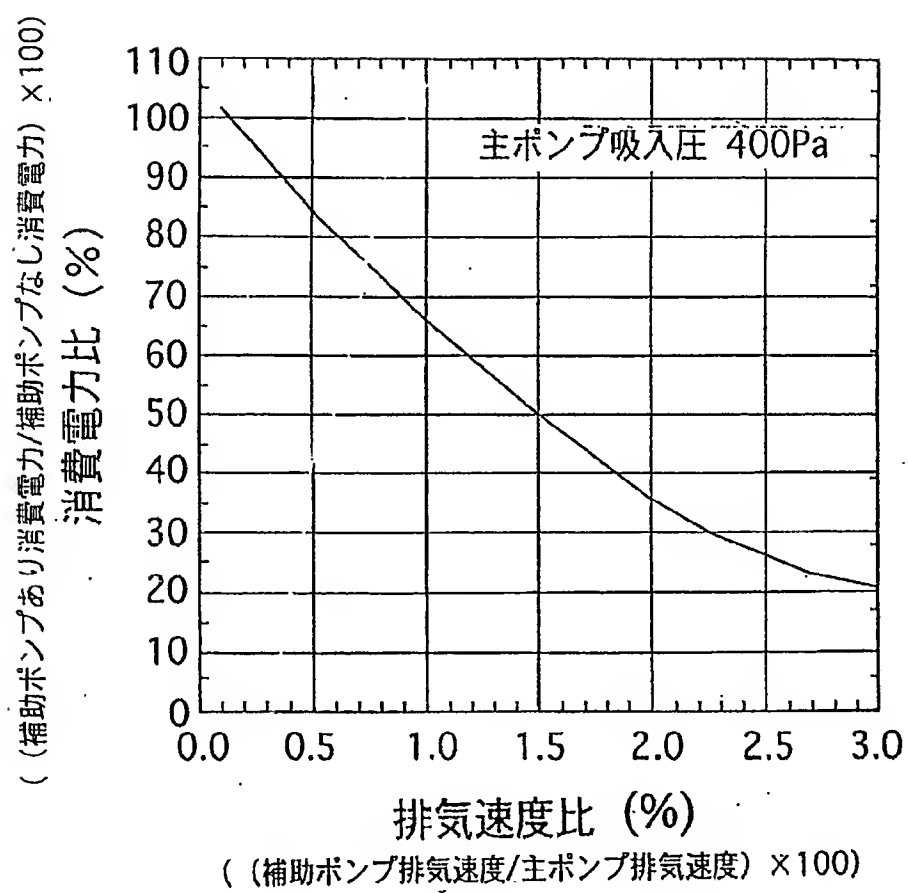




図 1 4

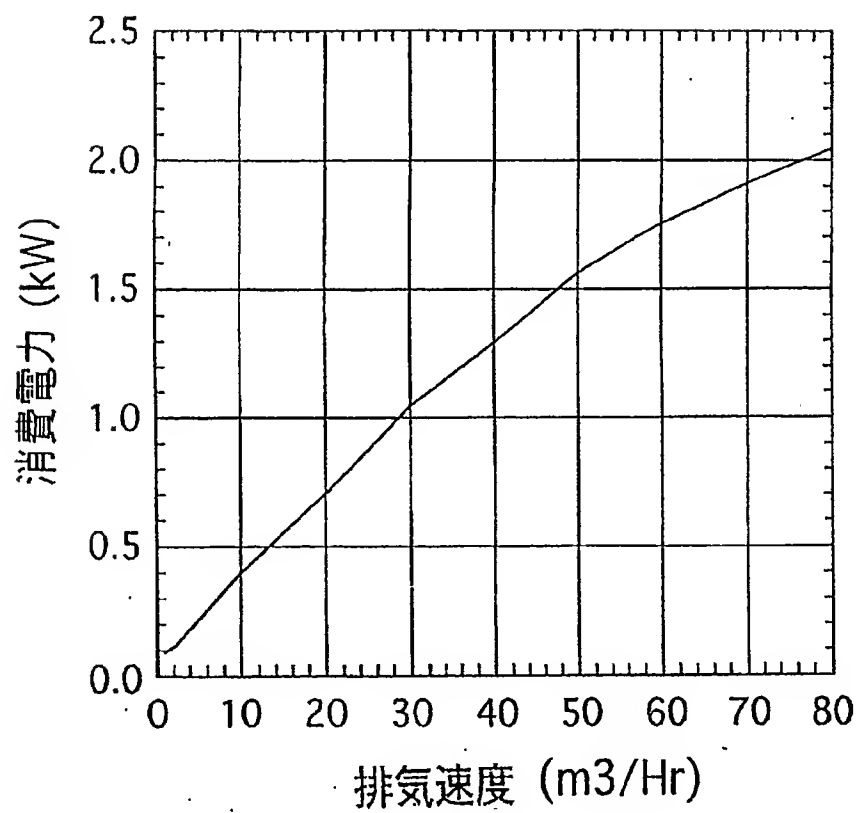
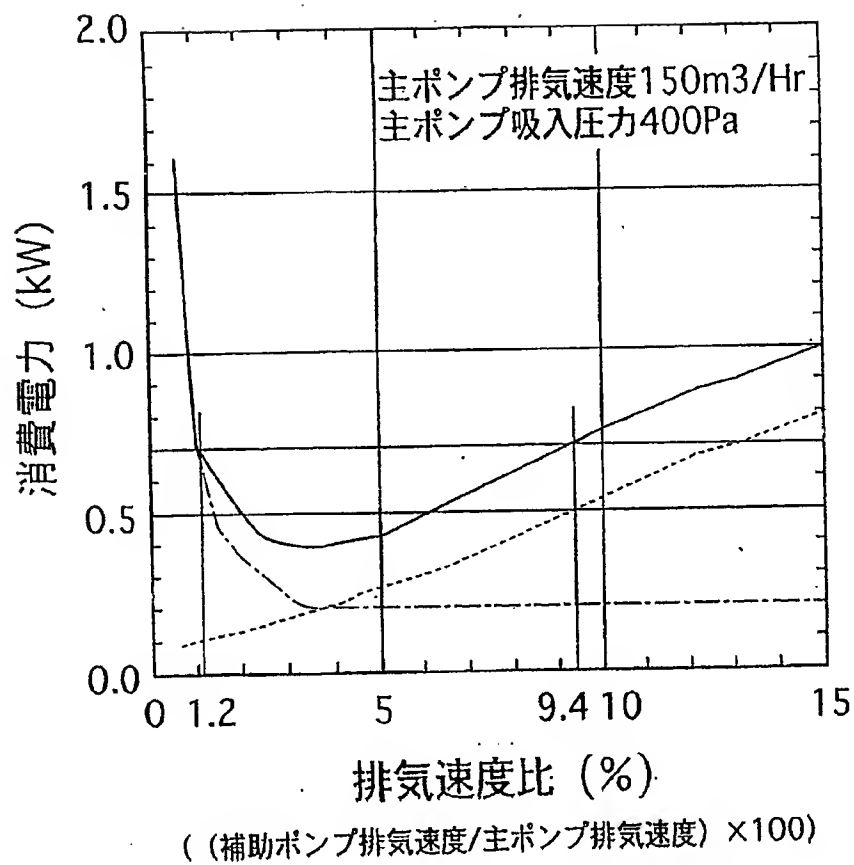
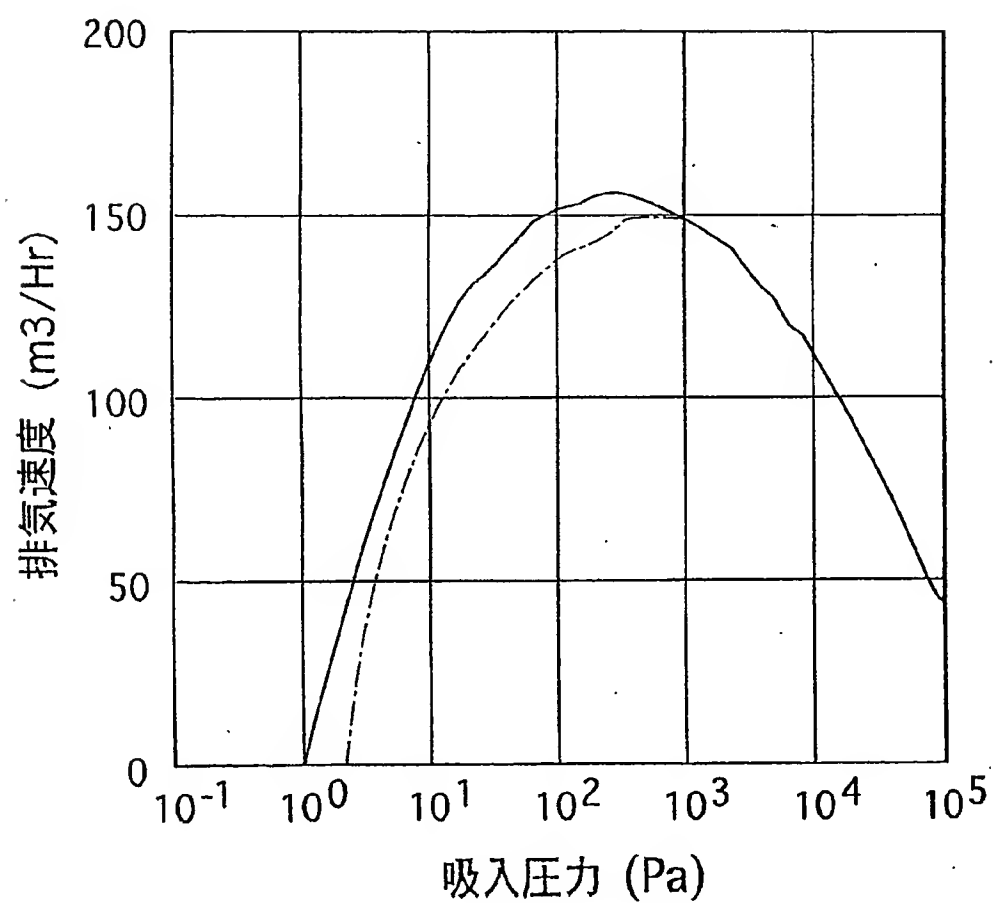


図 1 5



- 主ポンプの消費電力
- 補助ポンプの消費電力
- . - 主ポンプと補助ポンプとを合わせた消費電力

図 1 6



—— 補助ポンプ有り  
----- 補助ポンプ無し

図 1 7

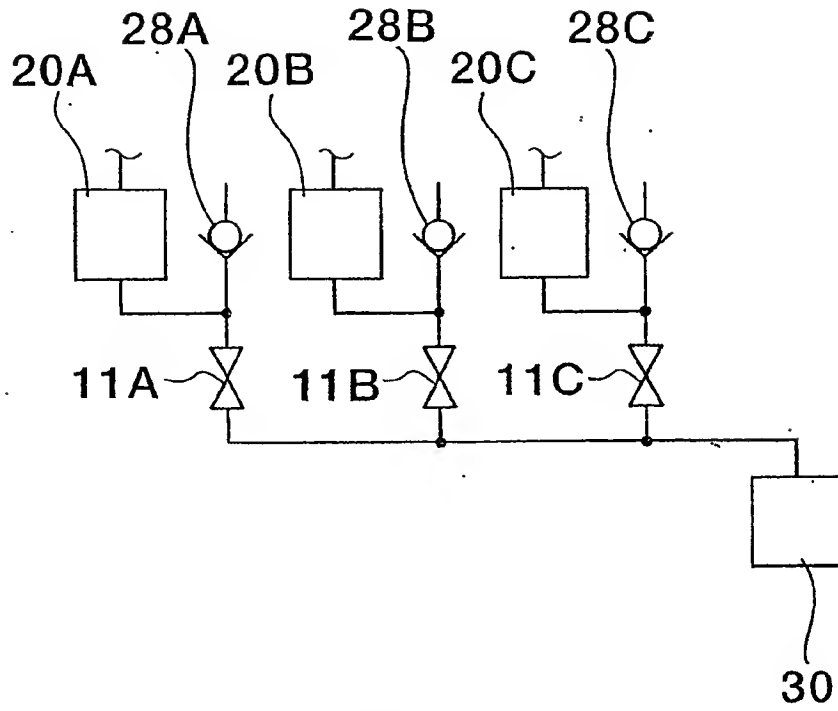


図 1 8.

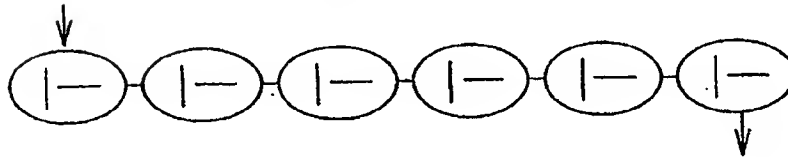


図 1 9

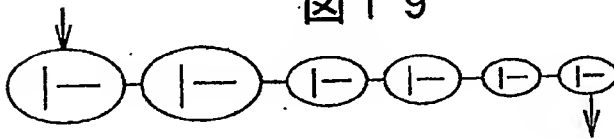


図 2 0

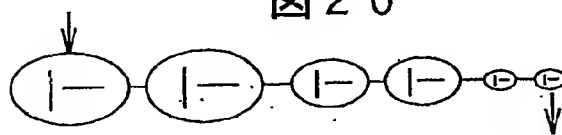


図 2 1

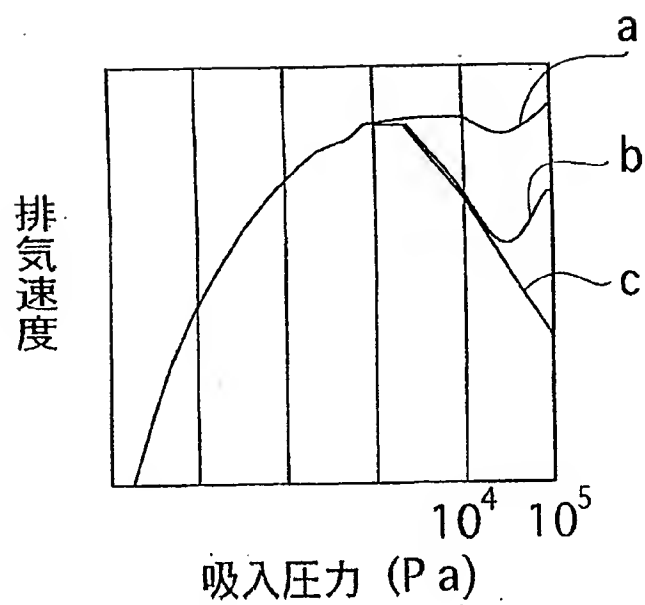


図 2 2

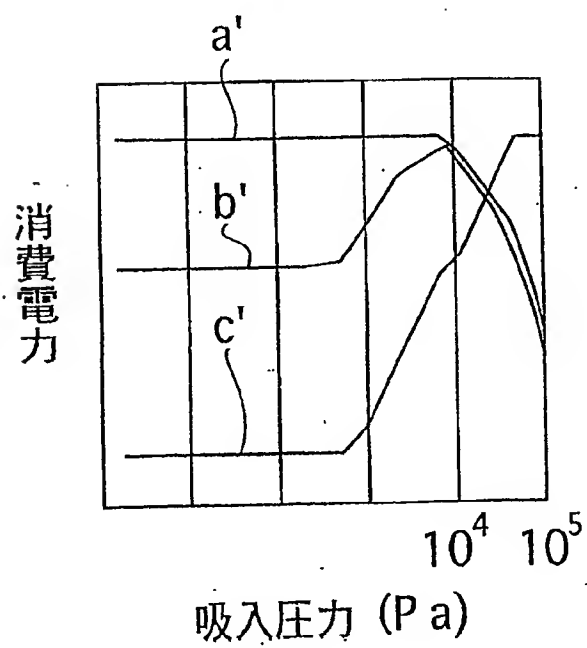


図 2 3

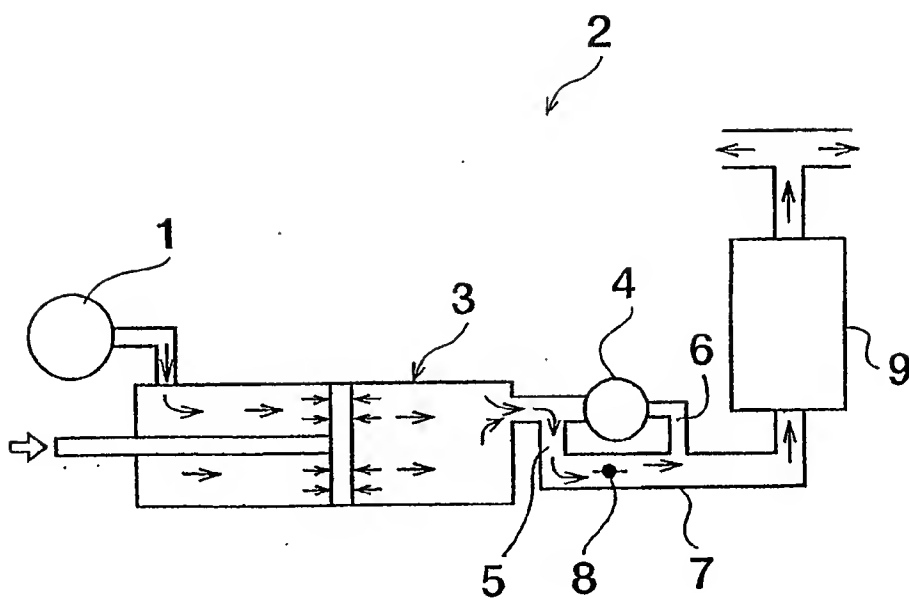
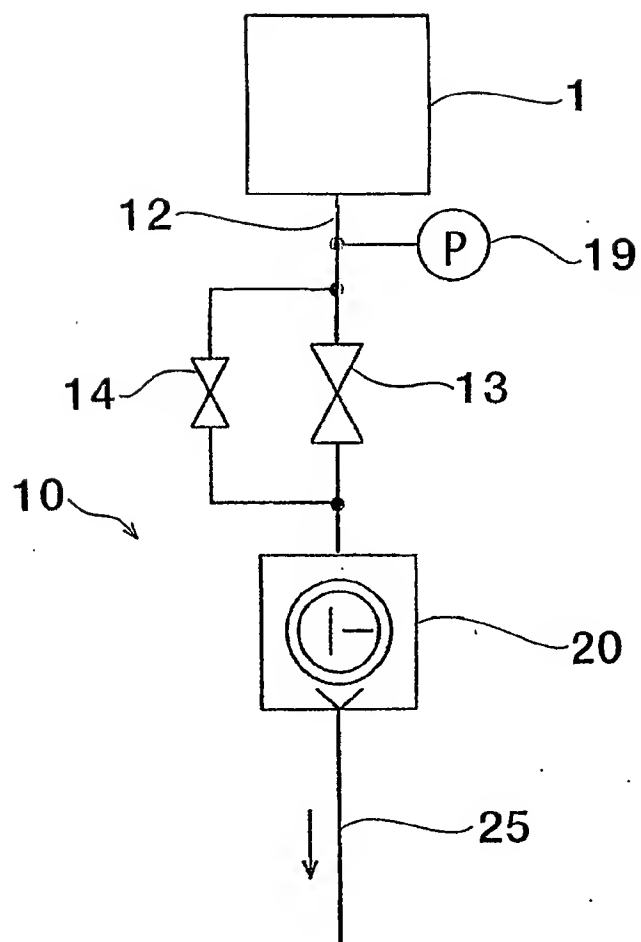


図 2 4



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/09048

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.<sup>7</sup> F04C23/00, G04C29/00, F04C25/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.<sup>7</sup> F04C23/00, G04C29/00, F04C25/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2002

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2002 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2002

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	US 5564907 A (Teruno MARUYAMA), 09 March, 1994 (09.03.94), Par. No. [0016]; Fig. 1 & EP 585911 A & JP 6-129384 A	1-4, 7 5, 6, 8-16
A	JP 62-233492 A (Shimadzu Corp.), 13 October, 1987 (13.10.87), Fig. 2	1-16

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
30 September, 2002 (30.09.02)Date of mailing of the international search report  
15 October, 2002 (15.10.02)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.



## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 7 F04C23/00, F04C29/00, F04C25/00

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 7 F04C23/00, F04C29/00, F04C25/00

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2002年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2002年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2002年

## 国際調査で利用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	US 5564907 A (Teruno Maruyama) 1994. 03. 09, 段落【0016】, 図1 & EP 585911 A & JP 6-129384 A	1-4, 7 5, 6, 8-16
A	JP 62-233492 A (株式会社島津製作所) 1987. 10. 13, 図2	1-16

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

30. 09. 02

国際調査報告の発送日

15.10.02

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

鈴木 貴雄



3T 3019

電話番号 03-3581-1101 内線 3355